

K 621.9.01

О.Г. Дерев'янченко, д-р техн. наук,  
Д.О. Криницин, Одеса, Україна

## **ПІДВИЩЕННЯ ГЛИБИНИ ДІАГНОСТУВАННЯ СТАНІВ РІЗАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ РІЗЦІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ЗОРУ**

*Розроблено підхід до комбінованого розпізнавання відколів різальної частини різців на основі їх контролю з використанням системи технічного зору. Отримано відповідну модель відмови та алгоритм. Це забезпечило суттєве підвищення глибини діагностування станів цих різальних інструментів.*

*Разработан подход к комбинированному распознаванию сколов режущей части резцов на основе их контроля с применением системы технического зрения. Получена соответствующая модель отказа и алгоритм. Это обеспечило существенное повышение глубины диагностирования состояний этих режущих инструментов.*

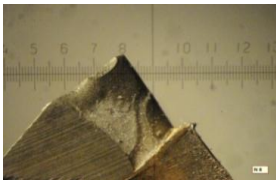
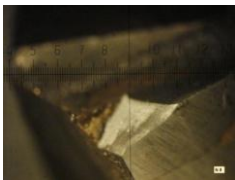
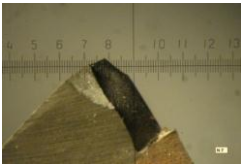
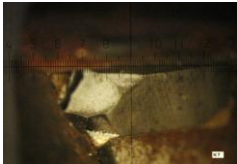
*An approach to the combined recognition of cutting part splitting on the basis of their control with the use of the system of technical sight is developed. The proper failure model and algorithm are got. It provided the substantial increasing of diagnosing depth of cutting tools state.*

**Аналіз попередніх досліджень.** В ОНПУ розроблено основні модулі інтелектуальної системи діагностування поточних станів ріжучої частини (РЧ) різальних інструментів (РІ) та прогнозування їх залишкового ресурсу (СДПРРІ), відповідні стенди моніторингу інструментів з використанням систем технічного зору (СТЗ) [1]. У структурі СДПРРІ розроблено модулі, що забезпечують розпізнавання різноманітних класів зношування РІ (зокрема - різців) та їх поступових відмов – внаслідок зношування або втрати якості обробки. Разом з тим системою може бути пропущена відмова РІ внаслідок руйнування РЧ. Такі відмови (зокрема – відколи РЧ) іноді трапляються при чистовій обробці (внаслідок розвитку внутрішніх дефектів РЧ) і досить часто – при напівчистовій обробці. Внаслідок помилкового діагнозу у СДПРРІ інструмент не передається в модуль відновлення РЧ, а повертається до інструментального магазину (ІМ) верстату для подальшого використання. Наслідком цього є брак деталі, аварії верстату. Отже необхідність розпізнавання відколів РЧ є очевидною.

**Метою даної статті є** викладення деяких результатів розробок підходу, алгоритму та класифікатору діагностування відмов різальної частини різців внаслідок руйнування – відколів РЧ, що суттєво підвищує глибину діагностування РІ з використанням СТЗ.

**Розглянемо основні результати досліджень.** Глибина діагностування – важлива характеристика якості процесу розпізнавання станів інструментів. В контексті даної роботи вона визначається не тільки кількістю дефектів РЧ, що розпізнає СДПРРІ, а в першу чергу “вагомістю” певного дефекту – з позицій наслідків його пропуску діагностичною системою. Наслідки пропуску дефектів класу відколів зазначені вище (чим, наприклад, відмова РЧ внаслідок зношування). Типові цифрові зображення зон відколів у двох різців приведені в таблиці.

Таблиця – Цифрові зображення зон сколів РЧ РІ у двох проекціях

Цифрові зображення зон відколів		Стан РЧ, що визначає експерт
		Відкол РЧ (з поглибленням до вершини РІ)
		Відкол РЧ (з поглибленням до вершини РІ та рівномірний з боку передньої поверхні)

Модель відмови різальної частини різця, отримана за наслідками його контролю з використанням СТЗ, наведена на рис. 1. Вона є заключним елементом в ряду поточних моделей станів, що належать до комбінованої динамічної моделі РЧ [1].

Очевидно, що на сучасних верстатах повинні функціонувати системи діагностування станів РІ двох типів. Перша з них (система непрямого контролю РІ) орієнтована на розпізнавання фактів руйнування РЧ за скачками сигналів системи різання (що реєструються сенсорами складових сили різання, вібрацій та ін.). Але ж такі відомі системи не забезпечують 100% діагностування названих відмов. При цьому друга система – система прямого контролю з використанням СТЗ (що оцінює поточні стани РЧ та відмови внаслідок зношування поза процесом обробки – у ІМ верстаті) є додатковим гарантом розпізнавання відколів РЧ різців.

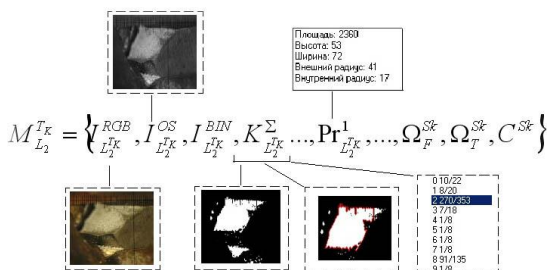


Рисунок 1 – Модель ріжучої частини в стані відмови внаслідок відколу - заключний елемент комбінованої динамічної моделі РЧ

Розроблено спеціальний алгоритм (рис. 2), що забезпечує розпізнавання відмов РЧ різців як внаслідок зношування та втрати якості обробки, так і наслідок руйнування (відколів РЧ).

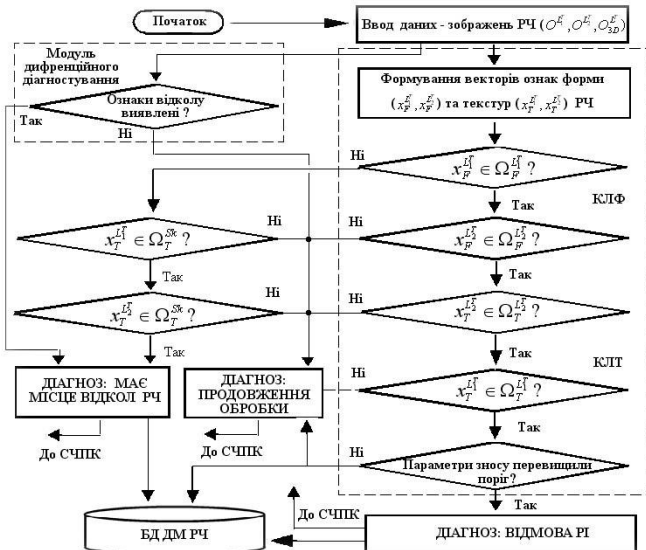


Рисунок 2 – Фрагмент блок-схеми алгоритму діагностування станів РЧ РІ з підвищеною глибиною: розпізнавання відмов РЧ різців як внаслідок зношування та втрати якості обробки, так і внаслідок руйнування (відколів РЧ)

В структурі блок – схеми використано позначення:

$O^{L^T}_1, O^{L^T}_2, O^{L^T}_{3D}$  – цифрові зображення – проекції поверхонь РЧ на

основну та на робочу площини та 3D - зображення РЧ;  $x^{L^T}_F, x^{L^T}_T$  – відповідно вектори ознак форм дефектів на передній та задніх поверхнях РЧ;

$x^{L^T}_T, x^{L^T}_F$  – відповідно вектори ознак текстур зон дефектів на передній та

задніх поверхнях РЧ [2];  $\Omega^{L^T}_T, \Omega^{L^T}_F$  - класи текстур зон дефектів на передній

та на задніх поверхнях РЧ;  $\Omega^{Sk}_F, \Omega^{Sk}_T$  - класи форм та текстур відколів

РЧ.  $C^{L^T}$  – поточний стан РЧ;  $C^{Sk}$  - стан руйнування (відколу) різальної частини. В структурі бази знань СДПРРІ відповідно формуються вирішальні правила типу:

*If  $x^{L^T}_F \in \Omega^{Sk}_F$  and  $x^{L^T}_T \in \Omega^{Sk}_T$ , then  $C^{L^T} \in C^{Sk}$ .*

Класифікатори форм (КЛФ) та текстур (КЛТ) послідовно використовуються для комбінованого розпізнаванні відмов РЧ різців внаслідок зношування, втрати якості обробки та для розпізнавання текстур відколу РЧ (рис. 2). Класифікатор форм контуру відколу функціонує у структурі модулю диференційного діагностування.

Набув подальшого розвитку метод диференційного діагностування станів РЧ, який засновано на виділенні контурів робочих зон різальної частини (зон відколів чи зон зношування), виконання операцій їх диференціювання та обробки отриманих даних. Відповідні матеріали представлені на рис. 3.

Аналіз багатьох зображень зон відколів (у тому числі наведених у таблиці) показав, що контури зон відколів в багатьох випадках мають характерні властивості: гострі кути та близькі до прямолінійних границі. На відміну від цього границі контурів зон зношування РЧ мають гладкі криволінійні форми. Це дозволило висунути гіпотезу про можливість відокремлення зон зносу від зон сколів з використанням методу диференціювання.

Підтвердженням цієї гіпотези є матеріали, які представлено на рис. 3.

Розглянемо рис. 3. а як приклад роботи алгоритму діагностування. Його було протестовано на обробці штучного контуру – геометричного п'ятигранника. Особливістю цієї фігури є те, що він має п'ять прямолінійних ділянок, похідна яких є константним значенням,

Додатковою особливістю є розрив похідної функції у точках, відповідних до кутів п'ятигранника. Іншою ілюстративною фігурою є еліпс

(рис. 3.г), під час диференціювання якого відсутні розриви похідної - за винятком лівої та правої граничних точок еліпса.

При обробці фактичних контурів зони відколу (рис. 3.б) та контуру зони зношування задньої поверхні різця (рис 3.в), визначено, що кількість перетинів функції похідної контуру дозволяє відокремити дефекти типу «відкол» від дефектів типу «поверхня РЧ зношена».

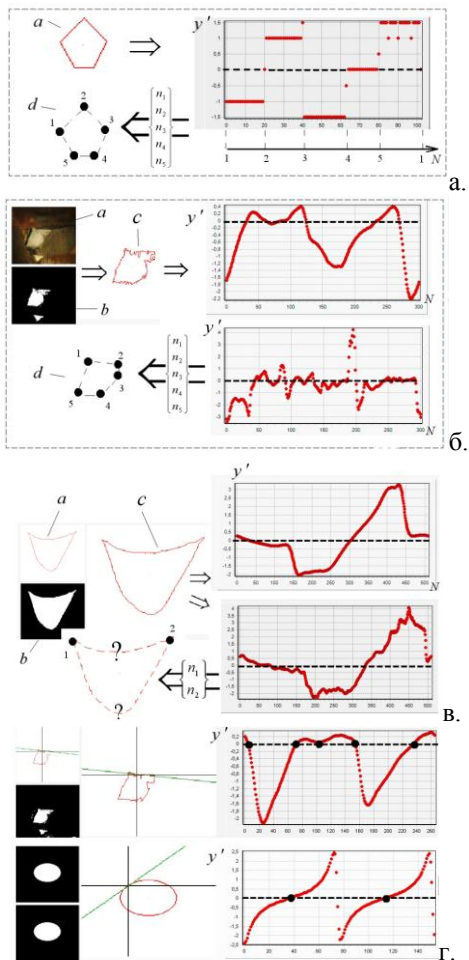


Рисунок 3 – Зображення схем та робочих панелей диференційного діагностування зон зносу, відколів РЧ РІ та тестових геометричних фігур

## **Висновки**

1. Розроблено підхід, алгоритм та класифікатори для комбінованого діагностування відмов РЧ різців внаслідок зношування та руйнування (відколів), підтверджено їх працездатність. Використання розробок в загальній структурі СДППР суттєво підвищує глибину діагностування РІ з використанням СТЗ.

2. Набув подальшого розвитку метод діагностування відмов РІ на базі диференційної обробки контурів зон зношування та руйнування різців для чистової та напівчистової обробки. Це поширило універсальність розроблених методів оцінки станів РІ з використанням СТЗ.

**Список використаних джерел:** 1. Дерев'янченко А.Г. Подход к формированию моделей состояний РЧ в структуре интеллектуальной системы диагностирования состояния инструментов/ Дерев'янченко А.Г., Криничин Д.А. //Сучасні технології в машинобудуванні: Збірник наукових праць – Вип. 9, Харків НТУ «ХПІ», 2014. – С. 153-163. 2. Информационное обеспечение системы поддержания работоспособности режущих инструментов. / [А.Г. Дерев'янченко, О.Ю. Бабилунга, Д.А. Криничин, И.В. Вахромеев] - Электромашинобудування та електрообладнання: міжвідомчий науково-технічний збірник, ОНПУ, Одеса, 2009. - Вип. 74. - С. 100-104.

**Bibliography (transliterated):** 1. Derevjanchenko A.G. Podhod k formirovaniju modelej sostojanij RCh v strukture intellektual'noj sistemy diagnostirovanija sostojanija instrumentov/ Derevjanchenko A.G., Krinichin D.A. //Suchasni tehnologii v mashinobuduvanni: Zbirnik naukovih prac' – Vip. 9, Harkiv NTU «HPI», 2014. – S. 153-163. 2. Informacionnoe obespechenie sistemy podderzhanija rabotosposobnosti rezhushhij instrumentov. / [A.G. Derevjanchenko, O.Ju. Babilunga, D.A. Krinichyn, I.V. Vahromeev] - Elektromashinobuduvannja ta elektroobladnannja: mizhvidomchij naukovy-tehnichnij zbirnik, ONPU, Odesa, 2009. - Vip. 74. - S. 100-104.

*Надійшла до редколегії 23.12.2014*